

SZUNYOGH GÁBOR

Bánki-Csonka motorok működése digitális kisfilmekben

Az előadás célja, hogy Bánki Donát születésének 150. évfordulójához kapcsolódva kiemelje, és a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum tanulmánytárában őrzött eredeti gépeken bemutassa a Bánki-Csonka motorok jellegzetességeit, műszaki érdekességeit.

BEVEZETÉS

150 éve, 1859-ben született BÁNKI DONÁT (1859-1922), a magyar gépészet egyik legkiemelkedőbb alkotója. Neve szinte minden hazánkfi előtt ismert, büszkén emlegetjük munkatársával, CSONKA JÁNossal (1852-1939) együtt, mint a karburátor feltalálói¹. Sokak számára azonban már kevésbé köztudott, hogy nem csak a porlasztóval, hanem sok más újítással és találmánnyal járultak hozzá a belső égésű motorok sikeres fejlődéséhez, diadalútjához. A 19. század utolsó évtizedeiben ugyanis a gázmotorok még számos „gyerekbetegségtől” szenvedtek, és még nem tudtak a gőzgépekkel, mint legfőbb erőgép-fajtával versenyre kelni². BÁNKI és CSONKA viszont számos olyan szabadalmat nyújtott be, és – a Ganz gyárnak köszönhetően – ipari méretekben meg is valósított, melyek újabb és még újabb lendületet adtak a motorok hatékonyságának és üzembiztonságának növeléséhez. Ezek az újítások azonban a mai ember számára „láthatatlanok”. Láthatatlanok egyrészt azért, mert amit még napjainkban is használnak belőlük, az a korszerű motorok mélyén van elrejtve, másrészt a belső égésű motorok arculatában az elmúlt száz év alatt a technikai fejlődés túlhaladottá tette őket. Ha tehát szeretnénk megismerni BÁNKI DONÁT munkásságának lényegét, akkor magunk elé kell idéznünk a 19. és 20. század fordulóján készült motorokat, és képzeletben beindítva őket, szemügyre kell vennünk főbb alkatrészeiket, azok mozgását, viselkedését.

Bár napjainkban Bánki-motorok üzemszerűen már sehol sem működnek, a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum interaktív gépcsarnokában, a Mobileumban sokféle Bánki-Csonka motor található, melyek mechanikusan mozgásba hozhatók, tanulmányozhatók. Ezek alapján készültek azok a digitális kisfilmek, melyeket az „Újabb eredmények a hazai tudomány, technika és orvostudomány köréből” című konferencián bemutattunk. Jelen cikkben összefoglaljuk e kisfilmek lényegét, kiemelve azokat a főbb gépészeti megoldásokat, melyek a Bánki—Csonka motorok jellegzetességeit adták.

A BÁNKI-CSONKA MOTOROK FŐBB JELLEGZETESSÉGEI

A Bánki-motorok kis fordulatszámon (2-300 ford/perc) működtek, ezért a dugattyújukkal és a hozzájuk kapcsolódó gépelemekkel (hajtórúddal, forgattyús tengellyel) viszonylag nagy erőt, ill. forgatónyomatékot kellett kifejteniük. Emiatt — a későbbi, gyorsjáratú motorokhoz képest — al-

katrészeiket nagy méretűre kellett tervezni, ami robusztus arculatot kölcsönzött nekik. Magasságuk 1,5-3 méter, súlyuk pedig teljesítményükhöz képest tetemes: a kisebb, 2-4 kW-os motorok tömege 4-500 kg körül mozgott, a nagyobb, 10-12 kW-osoké a 3 tonnát is meghaladta³ Hengerelrendezésük álló helyzetű, karterük nyitott, mechanizmusuk a motorházon kívül foglalt helyet. Sok tekintetben még a gőzgépekre emlékeztettek, mert szelepvezérlő rudazatukat nem (a későbbi motorokétól eltérően) bütykös tengelyek mozgatták, hanem a gőzgépekben megszokott excenterek. Fordulatszám-szabályozásuk kihagyásos, a munkahengerükbe jutott robbanókeverék begyújtása izzócsővel vagy kisfeszültségű elektromos ívvel történt. Üzemanyag-ellátásukat (a kezdeti változatoktól eltekintve) vízbefecskendezésre alkalmas kettős porlasztó végezte. Hűtésük a munkahengert körbefolyó hűtővízzel zajlott, olajozásukat — szintén a gőzgépeken elterjedt — Henry-féle olajozópoharakkal oldották meg. Rendszerint helyhez kötötten (stabil motorként) üzemeltek, de előfordult, hogy kocsisszerkezetre szerelve (félstabil motorként) odavontatták ezeket, ahol éppen szükség volt rájuk.

A BÁNKI-MOTOROK ÜZEMANYAGELLÁTÓ-RENDSZERE

A Bánki-Csonka motorok leghíresebb (és a műszaki fejlődés szempontjából legjelentősebb) alkatrésze a porlasztó. Ismeretes, hogy a motorok kezdetben eleve légnemű tüzelőanyaggal (különböző gázokkal) üzemelhettek, mert csak ezek képezhettek a levegővel közvetlenül robbanó elegyet. Annak érdekében, hogy a benzint, alkoholt vagy petróleumot megfelelően gyors (robbanásszerű) égésre kényszerítsék, biztosítani kellett egyenletes elosztásukat a munkahenger belsejében. Ez egyszerű befecskendezéssel nyilvánvalóan nem volt megoldható. Bár a 19. század végén sokféle találmány jelent meg a folyadékok robbanóképes elgázosítására, közülük egyik sem biztosított folyamatosan állandó vagy szabályozható összetételű benzin-levegő keveréket, márpedig ez volt a jó hatásfokú, egyenletes működés záloga. E téren alapvető előrelépést a karburátor (porlasztó) jelentett.

Feltalálásának előzménye, hogy BÁNKI DONÁT, a Ganz és Társa Vasöntő és Gépgyár Rt. fiatal gépészmérnöke azt a feladatot kapta a gyár igazgatójától, MECHWART ANDRÁSTÓL, hogy tárja fel a Leobersdorfer Maschinenfabrik AG-től 1887-ben átvett, működésképtelen benzinmotorok hibáinak okát, és tegye használhatóvá őket. BÁNKI segítségül hívta a József Műegyetem tanműhelyének vezetőjét, CSONKA JÁNOST, akinél ő maga is tanult néhány évvel korábban. Miközben a leobersdorfi motorok hibáit keresték, sok kiváló motorfejlesztőhöz hasonlóan ők is szembe találták magukat a folyékony üzemanyagok elgázosításának problémájával. A megoldáshoz — a hagyomány szerint — egy véletlen találkozás segítette őket. Amint a pesti Múzeum-körúton sétáltak a Műegyetem (a mai ELTE központi épülete) felé, elhaladtak egy utcai virágkereskedés előtt, ahol a virágárus lány éppen egy kis permetezővel vizet fújt virágaira, hogy felfrissítse azokat a nyári melegben. Bár a virágok frissen tartásának ez a módja közismert volt, Csonkát mégis egy korszakalkotó ötlet megfogalmazásához vezette: úgy kell a folyékony üzemanyagot a motorba juttatni, mint ahogy a virágárus lány szórja a vizet portékáira. A porlasztott benzin vagy petróleum apró cseppjei tömegükhöz képest olyan nagy (fajlagos) felülettel rendelkeznek, hogy a levegővel elkeveredve pillanatszerűen lángra lobbanhatnak. Ennek nyomán készítették el a karburátort, melyet BÁNKI és CSONKA 1893. február 11-én szabadalmaztatott⁴.

A világ első működő porlasztóját és az első porlasztóval üzemelő (№1-es) motort a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum őrzi. Mérete meglepően nagy a mai karburátokéval összehasonlítva. Egybe volt építve a szívószeleppel, melynek nyitásáról a külső légnyomás, zárásáról egy rúgó gondoskodott. (Ezt nevezték hörgőszelepes megoldásnak).

Tulajdonképpen a porlasztó feltalálásának köszönhető a belső égésű motorok széles körű elterjedése, sőt, a „gőzgépekkel vívott verseny megnyerése”: a folyékony üzemanyagok használata

olyan alkalmazási területeket is megnyitott a motorizáció előtt, ahol gőzgépekkel vagy gázmotorokkal csak igen körülményesen lehetett volna dolgozni, pl. a közúti forgalomban, a légi vagy a víz alatti közlekedésben.). Sajnos külföldön sokan WILHELM MAYBACH (1846-1929) német gépkonstruktor nevéhez kötik az első porlasztó megalkotását, aki szintén feltalálta e szerkezetet, de erre vonatkozó szabadalmát csak 1893. augusztus 17-én, tehát fél évvel Bánkiék után jelentette be.

A porlasztó mellett BÁNKI és CSONKA egy másik, nagy jelentőségű újítással is előlépett: feltaláltak egy olyan módszert, mely lehetővé tette az üzemanyag-levegő keverék nagymértékű kompresszióját korai (ön-) gyulladás veszélye nélkül. Ez a gép *Bánki-féle víz-befecskendezéses motorként* került be a technikátörténetbe. A nagy kompresszió-fok igénye már az Otto-motorok születésének pillanatától kezdve megmutatkozott, hiszen mennél nagyobb nyomásra préselték össze a robbanó keveréket a gyújtás pillanatáig, annál nagyobb lett nyomása a robbanást követően, tehát annál több energiát lehetett kinyerni belőle. A munkavégzés szempontjából kedvező kompresszió azonban hőmérsékletnövekedéssel is járt, és ha a sűrítés olyan mértékű volt, hogy a gáz hőmérséklete elérte az üzemanyag gyulladási hőmérsékletét, akkor túl korán bekövetkezett lángra lobbanása. (Ez a jelenség mutatkozik meg a motorok *kopogásakor*.)

BÁNKI felismerte és elméleti számításokkal igazolta, hogy a kompresszió-fok mégis növelhető, ha közben a gázkeveréket hűtjük. Természetesen — amint azt szabadalmi leírásában is kiemeli — a munkahenger külső hűtése nem elegendő, ezért „belső” hűtésre van szükség. E célra legalkalmasabbnak azt látta, hogy az üzemanyaggal egyidejűleg vizet is porlasszanak a dugattyútérbe. Amint a sűrítés során a keverék hőmérséklete elérte a víz (adott nyomáson mérhető) forráspontját, a vízcseppek gyorsan elpárologtak, miközben hőt vontak el környezetüktől, azaz a robbanó elegytől. Elgondolása szerint (CSONKA JÁNOS közreműködésével) 1:12 kompresszió arányú motort készített, melynek köszönhetően a hengerben a gyújtást megelőzőleg 16,5 bar nyomást sikerült öngyulladás nélkül elérnie. Találmányát 1898-ban szabadalmaztatta, és megkezdődhetett a motorjainak sorozatgyártása a Ganz és Társa Vasöntő és Gépgyár Rt.-ben.

A vizet egy ún. *kettős porlasztóval* juttatta a hengerbe. E szerkezet két (gyakorlatilag egyforma) úszóházzal rendelkezett, mindkettő állítható tűszeleppel kapcsolódott a porlasztó csövéhez (fúvókájához). Az egyikbe került az üzemanyag, a másikba a víz.

A ROBBANÓKEVERÉK GYÚJTÓBERENDEZÉSEI

A 19. század végén készült stabilmotorok munkahengerébe vezetett gáz-levegő keveréket nem a ma is használatos gyújtógyertyával robbantották fel, mert a szikra kialakulásához szükséges nagy feszültséget még nem tudták üzembiztosan előállítani, ezért a Bánki-motorokon (is) vagy az elektromosságot teljesen nélkülöző *csőgyújtást*, vagy a kisfeszültséggel működő ún. *szakításos gyújtást* alkalmazták. (A nagyfeszültségű gyújtást és gyertyát ROBERT BOSCH (1861-1942) csak 1902-ben szabadalmaztatta⁵ [5].)

A csőgyújtás lényege, hogy a hengerfejből kivezetnek egy, külső végén lezárt csövet⁶ [6]. A cső végét folyamatosan melegítették, vagy valami más módon izzásban tartották. Üzem közben e cső megtelt kipufogó gázzal, hiszen a motorban nem alakulhatott ki olyan légáramlás, mely a kipufogás üteme során belőle az égéstermékeket kifújta volna. Amint azonban a friss gáz-levegő keveréket a kompressziós ütemben a dugattyú összenyomta, a csőben található éghetetlen füstgáz is összepréselődött, és az így „felszabadult” helyre benyomódott az éghető keverék. Abban a pillanatban, amikor a keverék elérte a cső feltüzesített szakaszát, lángra lobbant, előidézve a hengerben található teljes gázmennyiség robbanását.

A Bánki-motorokon e cső izzásban tartására kétféle mód volt használatos. Az egyik rendszer szerint egy folyamatosan égő láng melegítette a cső végét. Maga a szerkezet olyan volt, mint egy kis kémény a hengerfej mellett, mely alulról, egy csövön keresztül kapta az égéshez szükséges gázt,

a tetején pedig eltávozott a láng füstje. BÁNKI és CSONKA azonban 1897-ben egy olyan, ettől eltérő csőgyújtó-berendezést szabadalmaztatott, melyhez nem volt szükség folyamatos külső melegítésre. Az izzításhoz szükséges meleget a robbanások során fejlődő hő szolgáltatta, a csövet körülvevő hőszigetelő köpeny pedig gondoskodott arról, hogy a cső vége a következő kompressziós ciklusig forró maradjon. A gyújtás sikeréhez azzal is hozzájárultak, hogy a beszívandó levegőt egy, a kipufogó gázokkal üzemelő hőcserélővel előmelegítették.

A BÁNKI-MOTOROK SZELEPVEZÉRLÉSE ÉS FORDULATSZÁM-SZABÁLYOZÁSA

A Bánki-Csonka motorok alapvető jellemzője az egyszerűség, a mozgó alkatrészek minimalizálására való törekvés. Emiatt csökkent meghibásodásaik esélye, és szerkezetük, mechanizmusuk jól áttekinthetővé vált. Roppant egyszerű volt pl. szelepvezérlő mechanizmusuk és fordulatszám-szabályozó berendezésük⁷.

A Bánki-motoroknak csak a kipufogó szelepét vezérelték, szívószelepüket (hörgő- szelepként) a külső légnyomás nyitotta. A gép főtengelyéről működtetett (a négy ütem miatt 1:2 áttételű) fogaskerék-hajtómű egy excentert mozgatott, mely excenter-rúdjaival egy íves felületű himbát emelt ill. süllyesztett. A himbára támaszkodott a rúgóval előfeszített szelepszár, és pedig egy csuklósan rögzített nyelv közbeiktatásával. Amint az excenter megemelte az excenter-rudat, a himba is megemelkedett. Íves felületének köszönhetően azonban az emelési pont a nyelvnek a nyelv forgáspontjától távoli végén kezdődött, ezáltal jelentős forgatónyomatékot fejtett ki rá. Erre azért volt szükség, hogy a kipufogó szelep megemelésének kezdeti pillanatában nagy emelőerőről gondoskodjon, ekkor ugyanis még a motor belsejében uralkodó teljes nyomás a szeleptányérra nehezedett. A szelepemelő rudazatnak tehát nagy ellenerőt kellett legyőznie. Amint azonban a szelep megemelkedésével egyidejűleg bekövetkezett a munkahenger dekompressziója, (és belső nyomása csökkent), a rudazatnak már csak a szelep előfeszítését biztosító rúgó erejét kellett kompenzálnia, tehát kisebb erő is elegendő volt a szelep további emeléséhez. Ilyenkor a himba ívének a forgásponttól távolabbi, ill. a nyelvnek a forgáspontjához közelebbi (kisebb forgatónyomatékot, de nagyobb mértékű szelepemelést adó) pontjai továbbították az excenter erejét.

A kipufogó szelep mechanizmusához szorosan kapcsolódott a Bánki-motorok fordulatszám-szabályozó berendezése. Maga a fordulatszám-érzékelő egy hihetetlenül egyszerű szerkezet volt: a főtengelyre rögzített dobban található két, kifli alakú röpsúlyból állt. (A dobot rendszerint magából a szelepvezérlő fogaskerékből alakították ki.) A súlyok egyik végét csuklósan rögzítették, másik végüket pedig egy rúgóhoz kapcsolták. Normál fordulatszámon a röpsúlyokban keletkező centrifugális erő a rúgó által kifejtett erő alatt maradt, azaz a súlyok „behúzott” állapotban helyezkedtek el. Ha azonban a motor fordulatszáma az előírtat meghaladta, akkor a megnövekvő centrifugális erő a rúgó visszahúzó ereje ellenére a röpsúlyokat eltávolította egymástól. Ilyen esetben a végeiken található bütykök egy érzékelő karba ütköztek, és azt elmozdították. A röpsúlyok úgy voltak beállítva, hogy az érzékelő kar éppen akkor billenjen el, amikor a motor kipufogási ütemben van, azaz a kipufogó szelep be van nyomva. Az érzékelő kar másik vége ezalatt úgy elbillent, hogy vége benyúlt a szelepemelő nyelv alá, és megakadályozta, hogy a kipufogás bevégeztével visszatérhessen eredeti helyzetébe. Következésképp a kipufogó szelep továbbra is nyitva maradt, megakadályozva, hogy a továbbiakban — lehetetlenné téve a kompressziót — a motor megfelelően üzemeljen. Ennek eredményeképpen a gép kihagyott egy munkaütemet. Ha ezalatt megfelelően lelassult, akkor a röpsúlyok visszahúzódtak, a végeiken lévő bütykök nem billentették el a fordulatszám-érzékelő kart. Így a következő ütemben a kipufogó szelep „normálisan” zárhatott, és a gép tovább folytathatta üzemét. Nyilvánvaló, hogy ha a megkívánt lassulás egy ütem kihagyásával még nem következett be, akkor a röpsúlyok mindaddig kitámasztották a szelepet, amíg a gép vissza nem tért az előírt fordulatszámhoz.

Természetesen, amikor kihagyásos ütemet teljesített a motor, fölösleges volt, hogy üzemanyagot szívjon be, hiszen az a nyitott kipufogó szelepen át munkavégzés nélkül távozott volna el. Ennek megakadályozására olyan összekötő rudat alkalmaztak, melynek alsó vége a kipufogó szelephez volt rögzítve, felső vége pedig egy rúgón keresztül a szívószelep szárának végéhez kapcsolódott. Mármint, ha a kipufogó szelep nyitva volt, akkor a megemelkedő összekötő rúd a rúgón keresztül olyan erőt fejtett ki a szívószelep szárára, hogy a légnyomás nem tudta benyomni, azaz kimaradt egy szívási ütem is. (Természetesen normális fordulatszámon a szívás idején a kipufogó szelep zárva volt, tehát az összekötő rúd sem volt megemelve, így a szívó szelepet a légnyomás már akadály nélkül megnyithatta.)

BEFEJEZÉS

A Bánki-motorok népszerűek voltak hazánkban a 19. század végén és a 20. század első évtizedeiben, a Ganz-gyár nagy számban készítette őket. A karburátornak köszönhető üzembiztonságuk, egyszerű szerkezetük és a vízbefecskendezés következtében jelentősen javuló hatásfokuk azt sejtette, hogy széles körben el fognak terjedni, nem csak Magyarországon, hanem külföldön is. E remény azonban hiúnak bizonyult, mert ugyanebben az időben jelentek meg a Diesel-motorok is, melyek — éppen a stabil motorok területén — komoly versenytársnak bizonyultak a Bánki-motorok mellett. RUDOLF DIESEL (1858-1913) kiváló anyagi és piaci lehetőségei e versenyt sajnos a Bánki-motorok rovására döntötték el.

FELHASZNÁLT IRODALOM:

- 1 Horváth Á: A tűzgéptől a gázturbináig. A motor technikatörténete. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- 2 Ordódy János: A gázmotorok gyakorlati kézikönyve. Thália Műintézet Részvénytársaság, Budapest, 1912. 303.
- 3 Güldner, Hugo: Das Entwerfen und Berechnen der Verbrennungskraftmaschinen und Kraftgasanlagen. Springer, Berlin, 1914. 789.
- 4 Horváth S. – Széll G. – Szunyogh G.: Bánki Donát szabadalmai. Budapesti Műszaki Főiskola és az Országos Műszaki Múzeum közös kiadása. Kézirat. Budapest, 2006. 121.
- 5 Jalsoviczky Géza: Tűzgépek szerkezete és kezelése. Révai Testvérek Irodalmi Intézet Részvénytársaság kiadása. Budapest, 1925. 741.
- 6 Balogh Artúr: Gázgépek (belső égésű gépek) működése. Az Athenaeum Irodalmi és Nyomdai Részvénytársulat kiadása. Budapest, 1920. 128.
- 7 Morvai Zoltán: A gázgépek általános ismertetése. Kiss Gyula kiadó. Budapest, 1918. 159.

A szerző címe:

Prof. dr. Szunyogh Gábor

Okl. bányagépész és bányavillamossági mérnök, a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum erőgép, szerszámgép és munkagép gyűjteményének kurátora

Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Tanulmánytára

1146 B